

OPTICAL PICKUP AND TRACKING SERVO METHOD

Patent Number: JP2001250250
Publication date: 2001-09-14
Inventor(s): KAMIYAMA TETSUO;; SAKAI KEIJI;; MIKI RENZABUROU;; HIRASHIMA HIROSHIGE
Applicant(s): SHARP CORP
Requested Patent: ☐ JP2001250250
Application Number: JP20000387981 20001221
Priority Number(s):
IPC Classification: G11B7/09; G11B7/125; G11B7/13; G11B7/135
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for cancelling at a low cost an offset generated due to an objective lens shift and a disk tilt without lowering utilization efficiency of light in a method for detecting a tracking error signal using a push- pull signal consisting of a main-beam and a sub-beam.

SOLUTION: A laser beam exited from a semiconductor laser 1 is converted into parallel light by a collimator lens 2, and is divided into the main-beam 30, the sub-beam (+ 1st-order light) 31 and the sub-beam (- 1st-order light) 32 by a grating 3. Divided light is condensed on a track 61 of an optical disk 6 by an objective lens 5 after passing through a beam splitter 4, reflected light is reflected by the beam splitter 4 via the objective lens 5 and is guided to photodetectors 8 (8A, 8B, 8C) by a condenser lens 7.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(3)

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスクや光カード等の情報記録媒体に対して光学的に情報を記録再生する光ビックアップに関するものである。また、トラックキッキング誤差信号に発生するオフセットを、容易にかつ低コストで補正するトラックキッキングサーボ方法に関するものである。

【従来の技術】近年、光ディスクは多量の情報信号を高密度で記録することができるため、オーディオ、ビデオ、コンピュータ等の多くの分野において利用が進められている。特に最近、動画情報などのように、コンピュータ等で取り扱うデータ量が飛躍的に増大しており、それに伴って、記録ビットやトラックピッチの縮小化による光ディスクの大容量化が進んでいる。

【0003】上記情報記録媒体においては、ミクロン単位で記録された情報信号を再生するために、情報トラックに対して光ビームを正確にトラックキッキングさせる必要がある。トラックキッキング誤差信号(TES)の検出方法としては、種々の方法が知られているが、最も単純な方法として、プッシュプル法が知られている。

【0004】以下に、プッシュプル法の検出原理と問題点について説明する。対物レンズによる集光ビームが、光ディスク上のトラック(またはピッチ)形成部分で反射されると、反射光に回折パターンが現れる。

【0005】この反射光の回折パターンでのアフーイルドパターンの強度分布の左右対称性を検出することにより、トラックキッキング誤差信号を算出する方法をプッシュプル法という。

【0006】例えば図26に示す如く、半導体レーザ1から出たレーザ光をコリメータレンズ2により平行光に変換し、ビームスプリッタ4を通過した後、対物レンズ5により記録媒体6のトラック61上に集光させて、反射光を対物レンズ5を介してビームスプリッタ4で反射させ、集光レンズ7でトラック方向に分割線を有する2分割検出器11に導き、各分割部の信号を差動検出し、プッシュプル信号を得る。

【0007】ここで、図27に示すように、光ビームがトラックの中央にある場合は、そのアフーイルドパターンが左右同じ明るさとなるため、2分割光検出器の差動信号は0となる(オントラック状態)。

【0008】また、トラックの中心からずれると、その*
$$PP = PP30 - k (PP31 + PP32)$$
の演算を行うことにより、上記オフセットをキャンセルしたプッシュプル信号を検出することができる。

【0017】ここで、係数 k は $0 \text{ 次光} 30 + 1 \text{ 次光} 31$ および $1 \text{ 次光} 32$ の光強度の違いを補正するためのもので、強度比が $0 \text{ 次光} : 1 \text{ 次光} = a$ 、 $b : b$ ならば、係数 $k = a / (2b)$ である。

【0018】しかしながら、このDPP法は、サブビームをメインビームに対してちょうど $1/2$ トラックピッ

4

* 量に従ってアフーイルドパターン強度分布の左右対称性が崩れるので、図27に示すようなプッシュプル信号(トラックキッキング誤差信号)が得られる。

【0009】ところが、図28(a)に示す如く、対物レンズ5が移動した状態でトラックキッキングサーボを行うと、2分割光検出器11上でのビームのアフーイルドパターンも移動するので、TESはオントラック状態にもかわらず、TESオフセットが発生する。

【0010】また、図28(b)に示す如く、記録媒体6が傾いた場合と同様に、2分割光検出器11上でビームが移動するので、TESオフセットが発生する。

【0011】(従来例1)このオフセットをキャンセルする方法として、複数のビームを用いた方法(差動プッシュプル(DPP: Differential Push Pull)法)が、特公平4-34212号公報に記載されている。

【0012】これについて、図29を用いて説明する。光源1からの出射光をグレーティング3により3ビームに分割し、図30(a)に示すように、光ディスク6上のトラックの接線方向にメインビーム30、サブビームの+1次光31、サブビームの-1次光32を配列させる。

【0013】この時、それぞれのサブビーム31、32はメインビーム30が集光するトラックに対して、 $1/2$ トラックピッチだけ半径方向にずらして形成する。

【0014】そして、図30(b)に示すように、メインビーム30、サブビーム31、32の反射光のアフーイルドパターンをそれぞれトラック方向の分割線を有する2分割光検出器8A、8B、8Cで受光する。

【0015】また、各2分割光検出器8A、8B、8Cからの差信号すなわちプッシュプル信号PP30、PP31、PP32を得る。図31に示すように、サブビーム(+1次光)31とサブビーム(-1次光)32のプッシュプル信号PP31、PP32は、メインビーム30に対して $1/2$ トラックピッチだけ半径方向にずれているため、メインビーム30のプッシュプル信号PP30に対して、位相が 180° ずれた(逆位相)信号となる。

【0016】一方、図28で示した対物レンズシフトやディスクの傾きによるTESのオフセットに対しては同相になる。従って、

(1)

すだけディスクの半径方向にずらせて配置させる必要があるため、トラックピッチの異なる複数の種類の光ディスクを、1つの光ビックアップで再生する場合には問題となる。

【0019】また、組立て調整時にグレーティングなど高精度で回折調整させなければならない。さらに、対物レンズの移動位置が常に光ディスクの中心線上(半径方向)になければならないという構成上の制約があり、

(4)

スイングアーム方式の光ビックアップには使用することができないという欠点があった。

【0020】(従来例2)これを解決する手段として、特開平9-81942号公報には、オフセットの発生が小さく、検出感度のトラック間に対する依存性が小さいトラックキッキング差検出方法が提案されている。

【0021】図32を用いてこの方法を説明する。レーザダイオード1から出射された光をグレーティング3で3ビームに分割して対物レンズ5で集光させる点は、上記従来例1のものと同一であるが、グレーティング3の溝部の構造が上記のものとは異なる。

【0022】グレーティング3の溝部は、図33に示すように、トラック方向(y方向)の分割線により分割されたラジアル方向の2つの領域3a、3bにおいて、周期構造の位相差が 180° 異なっている。

【0023】これにより、溝部によって回折されたサブビーム31および32において、トラック方向の分割線で分割された2つの半円領域で 180° の位相差が発生する。このビームは対物レンズ5により光ディスク6上に集光したスポットは、図34に示すように、2つの円状サブスポットから構成される形状となる。

【0024】このサブビーム31、32のプッシュプル信号PP310は、図35に示すように、位相差を加えない場合の3ビーム(メインビームに相当)のプッシュプル信号PP30に比べて、位相差が 180° 異なる。

【0025】そこで、図34に示すように、サブビーム31、32をメインビーム30と同じトラック上に配置すると、各ビームのプッシュプル信号は、図31とも上述した従来例1のものと同様、メインビームのプッシュプル信号PP30に対して、サブビームのプッシュプル信号PP31、PP32の位相差は 180° ずれた信号となる。

【0026】よって、上記従来例1のように、サブビームをメインビームに対して $1/2$ ピッチずらせて配置しなくても、DPP信号を検出することができる。これにより、トラックピッチの異なる複数の種類の光ディスクを、1つの光ビックアップで再生することが可能になる。

【0027】しかしながら、この従来例2においても、同一トラックにサブビームが配置するように調整する必要がある。調整の簡便化には適さないという問題点がある。

【0028】(従来例3)さらに別の従来例として、特開平10-162383号公報には、プッシュプルオフセットを低コストでキャンセルすることができ、光ディスクの記録再生方法が提案されている。

【0029】図36を用いてこの方法を説明する。レーザダイオード1から出射された光をグレーティング3で3ビームに分割し対物レンズ5で集光させる点は、上記従来例1、2のものと同一であるが、グレーティング3

6

の溝部を有効光束の中央部にのみ形成する点で上記のものとは異なる。

【0030】グレーティング3の溝部は、図37に示すように、基板の中央部のみ形成されているため、溝部による+1次および-1次回折光のビーム径は有効光束径(対物レンズの開口径)に比べて小さくなる。

【0031】すなわち、回折された光に対する対物レンズの開口数が実質小さくなったことになる。グレーティング3の0次光(メインビーム)は、対物レンズの開口よりも大きく設定されているので、ディスク6上には対物レンズの開口数で決まる回折限界のビームスポットが形成される。

【0032】メインビーム30としてトラックピッチに對し適正な大きさのビームスポットが形成されるような光学系を用いている場合、図38に示すように、サブビーム31、32はトラックピッチに対して大きなビームスポットが形成される。

【0033】半径方向の開口率によって定まる光学カットオフ周波数がトラックピッチの空間周波数よりも大きくなるように、グレーティング3の溝部の半径を決めることにより、サブビームの+1次および-1次光からはトラックキッキング誤差信号(プッシュプル信号)を得ることができなくなる。

【0034】しかし、対物レンズシフトなどによるオフセット信号は得られるため、上述の(1)式の演算により、同様にオフセットキャンセルは可能になる。

【0035】これによれば、トラック横断による変調信号が出ないため、サブビームをメインビームに対してちょうど $1/2$ トラックピッチだけディスクの半径方向にずらせて配置させる必要がなく、また対物レンズの移動位置が常に光ディスクの中心線上(半径方向)に設定する必要がなくなる。

【0036】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したグレーティングを用いた場合、0次光を含むメインビームの光強度は、グレーティングの溝部では平垣部に対して回折効率の分だけ減ってしまふため、グレーティング外周部の平垣部の光強度が相対的に強くなる。

【0037】また、0次光の位相に關しても、溝部では平垣部に対して光学的位相差が発生する。これによって、メインビームのディスク上での集光ビーム形状が変化し、記録再生特性が劣化する。

【0038】これを補正する方法として、平垣部にも中央部とは回折方向の異なる回折格子を設け、0次光の強度分布や位相差を均一にする方法も提案されているが、その部分の回折光は利用しない(0次光のみ用いる)ため、光が無駄になる。

【0039】本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、光の利用効率を低下させずに、プッシュプル法を利用したTESのオフセットを低コストでキャンセル

(5)

する方法を提供するものである。しかも、組立て調整を大幅に簡略化することができ、異なるトラッキングピッチのディスプレイに対して適応することが可能な光ビックアップを提供するものである。

【0040】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、本発明では以下の構成を有する。

【0041】本願の第1の発明は、少なくとも2つ以上の光ビームを、対物レンズにより光ディस्कに集光し、その反射光をそれぞれ実質的にトラッキング方向の分割線で分割して2分割検出器で受光し、各2分割検出器の差信号すなわち各ビームのプッシュプル信号からトラッキング光検差信号を生成する光ビックアップであって、一方の光ビームにおいてプッシュプル信号の振幅がほぼ0になるように、光ビームの一部分に位相差を与えることを特徴とする。

【0042】本願の第2の発明は、上記位相差を与える光ビームのプッシュプル信号を用いて、もう一方の光ビームのプッシュプル信号のオフセットを補正することを特徴とする。

【0043】本願の第3の発明は、上記位相差を与える光ビームにおいて、光ビーム中のプッシュプル信号に間与する領域をAとし、位相差を与える領域をBとした場合、領域Bの位相差と、領域Bとビームの中心を原点として対称な位置にある領域Cの位相差との和が180°の整数倍であり、さらに領域Bと領域Cとの面積の和が領域A全体の面積の略半分であることを特徴とする。

【0044】本願の第4の発明は、上記位相差を与える光ビームにおいて、光ビームの中心を原点として、光ディスクのラジアル方向をx方向、トラッキング方向をy方向とすると、4象限のうち1つの象限にのみ、略180°の位相差を与えることを特徴とする。

【0045】本願の第5の発明は、上記位相差を与える光ビームにおいて、光ビームの中心を原点として、光ディスクのラジアル方向をx方向、トラッキング方向をy方向とすると、4象限のうち第1象限と第3象限、または第2象限と第4象限にのみ、略90°の位相差を与えることを特徴とする。

【0046】本願の第6の発明は、上記位相差を与える光ビームにおいて、中心を通り光ディスクのラジアル方向の分割線で分割された半円領域のうちプッシュプル信号に間与する領域をDとし、位相差を与える領域をEとした場合、領域Eの位相差と、領域Eとトラッキング方向の中心線に対して対称な位置にある領域Fの位相差との和が180°の整数倍であり、かつ領域Eと領域Fとの面積の和が領域D全体の略半分であり、この半円領域のみを用いてプッシュプル信号を検出することを特徴とする。

【0047】本願の第7の発明は、上記プッシュプル信号を検出する半円領域のうち、円周方向に略20°の幅

形領域に、180°の位相差を与えることを特徴とする。

【0048】本願の第8の発明は、上記プッシュプル信号を検出する半円領域のうち、片側の1/4円の中で、トラッキング方向の幅がほぼ一定であるような略長方形領域に、180°の位相差を与えることを特徴とする。

【0049】本願の第9の発明は、回旋格子により光ビームを0次光と、+1次光または-1次光との少なくとも2つ以上の光ビームに分離するとともに、位相差を与える部分の回旋格子の周期構造を他の部分に比べてずらして形成し、0次以外の回旋光にのみ、位相差を加加することを特徴とする。

【0050】本願の第10の発明は、上記回旋格子の中心で光ディスクのラジアル方向の幅がほぼ一定であるような略長方形領域に、180°の位相差を与えることを特徴とする。

【0051】本願の第11の発明は、上記回旋格子の中心で実質的に+1次光のみに影響を与える領域と、-1次光にのみ影響を与える領域とに、180°の位相差を与えることを特徴とする。

【0052】本願の第12の発明は、集積化プログラムレーザユニットを搭載していることを特徴とする。

【0053】本願の第13の発明は、少なくとも2つ以上の光ビームを対物レンズにより、情報記録媒体に集光し、その反射光のうち少なくとも一方の光ビームについて実質的にトラッキング方向の分割線で分割して2分割検出器で受光し、各2分割検出器の差信号すなわちプッシュプル信号を検出する光ビックアップであって、前記一方の光ビームにおいてプッシュプル信号の振幅がほぼ0になるように、光ビームの一部分に位相差を与えるとともに、前記差信号を対物レンズの位置検出信号に用いることを特徴とする。

【0054】本願の第14の発明は、異なる規格の光ディスク即ち異なるプッシュプルパターンが発生する光ディスクに対して、サブビームのプッシュプル信号の振幅がほぼ0になるように、サブビームの一部分に位相差を与えることを特徴とする。

【0055】本願の第15の発明は、記録または再生を行うメインビームと、少なくとも1つ以上のサブビームとを、対物レンズにより情報記録媒体に集光し、その反射光をそれぞれ実質的にトラッキング方向の分割線で分割して2分割検出器で受光し、各2分割検出器の差信号すなわち各ビームのプッシュプル信号を用いてトラッキングを行うトラッキングサーボ方法であって、サブビームのうち各ビームのプッシュプル信号の振幅がほぼ0になるように、サブビームの一部分に位相差を与えるとともに、この差信号を用いて、メインビームのトラッキング脱離信号のオフセットを補正することを特徴とする。

【0056】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について

(6)

て、図面を用いて詳細に説明するが、上述した従来例と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

【0057】(第1の実施の形態) 本発明の第1の実施の形態について、図1乃至図8を用いて詳細に説明する。

【0058】例えば図1に示す如く、半導体レーザ1から出たレーザ光をコリメータレンズ2により平行光に変換し、グレーティング3によってメインビーム30、サブビーム31(+1次光) 31、サブビーム(-1次光) 32に分岐する。

【0059】ビームスプリッタ4を通して後、対物レンズ5により光ディスク6のトラッキング61上に集光させ、反射光を対物レンズ5を介してビームスプリッタ4で反射させ、集光レンズ7で光検出器8(8A, 8B, 8C)に導く。

【0060】メインビーム30、サブビーム31, 32の反射光のフーリエフィールドパターンは、それぞれトラッキング方向に相当する分割線を有する2分割光検出器8A, 8B, 8Cで受光される。そして、各2分割光検出器8A, 8B, 8Cからの差信号すなわちプッシュプル信号PP30, PP31, PP32を得る。

【0061】ここで、本実施形態においては、グレーティング3の溝部の構造に特徴を有する。光ディスク6の半径方向に相当する方向(以下、「ラジアル方向」とす)をx方向とし、それに直交するタンジェンシャル方向すなわちトラッキングの長さ方向(以下、「トラッキング方向」とす)をy方向とすると、グレーティング3の溝部は、図1(b)に示すように、例えばx-y平面の第1象限のみが他の領域に比べて、周期構造の位相差が180°異なっている。

【0062】これにより、溝部によって回折されたサブビーム31, 32においては、第1象限の部分だけ180°の位相差が発生する。

【0063】このビームを対物レンズ5により光ディスク6上に集光したスポットは、図2(a)に示すような形状になる。図2(a)は光ディスク上の3つのビームの平面図、図2(b)はサブビーム31をx-y軸に45°方向のx'-y'軸で切断した断面図である。

【0064】このとき、サブビーム31, 32を用いたプッシュプル信号PP31, PP32は、図3に示すように、位相差が加わらないメインビームのプッシュプル信号PP30に比べて、振幅がほぼ0になる。

【0065】これは、トラッキングの位置に関係なく、プッシュプル信号が検出されるので、図2(a)に示すように、サブビーム31, 32をメインビーム30と同じトラッキング上に配置しても、また異なるトラッキング上に配置してもほぼ同じ信号になる。

【0066】一方、図28(a), (b)で示した対物レンズシフトやディスクの傾きによるTESのオフセット* (0次光の複素振幅)

(6)

*トに対しては、図4に示すように、PP30とPP31(PP32)はそれぞれ光量に応じてΔpおよびΔp'だけ同じ側(同相)にオフセットが発生する。

【0067】ゆえに、

PP3=PP30-k(PP31+PP32)

の演算を行うことにより、上記オフセットをキャンセルしたプッシュプル信号PP3を検出することができる。

【0068】ここで、係数kは0次光30と+1次光31および-1次光32の光強度の違いを補正するためのもので、強度比が0次光: +1次光: -1次光=a:b:bならば、係数k=a/(2b)である。

【0069】本実施形態の場合、各サブビームのプッシュプル信号振幅がほぼ0であるため、PP31及びPP32の2つの信号を用いて演算する必要はなく、PP31またはPP32のどちらかのみを用いて、PP3=PP30-2k(PP31)または、PP3=PP30-2k(PP32)の演算によって、上記オフセットをキャンセルしたプッシュプル信号PP3を検出することもできる。

【0070】また、各サブビームのプッシュプル信号PP31またはPP32は、対物レンズのラジアル方向の位置検出信号として利用することもできる。

【0071】ここで、サブビームのプッシュプル信号が発生しない(振幅0)原理について説明する。

【0072】図5に示すように、対物レンズにより周期構造をもつトラッキング61に集光された光ビーム(サブビーム31)は、0次回折光310と±1次回折光311, 312に分かれて反射され、その重なり合う領域n1, n2で互いに干渉して対物レンズ面上で回折パターン(プッシュプルパターン)を生じる。

【0073】図6は対物レンズに入射するビームを示したもので、図1(b)のグレーティング3を用いた場合には、第1象限の領域のみ入射光に180°の位相差(位相逆み)が発生する。

【0074】図7は反射光(回折光)の対物レンズ面上のビームパターンを2分割検出器8B上に投影したものであるが、回折光(反射光)は、第3象限において0次光310が180°の位相逆みをもち(細目領域)、第4象限において回折光311が180°の位相逆みをもち(斜線領域)ようになる。

【0075】ここで、仮にトラッキング方向の分割線mで分割した2分割検出器8Bにラジアル方向の分割線nを仮想的に考え、第1象限〜第4象限の検出領域をそれぞれ8B-a, 8B-b, 8B-c, 8B-d、各領域の出力を1a, 1b, 1c, 1dとする。

【0076】一般的に溝ディスクからの反射光(回折パターン)は、次のように表すことができる。

【0077】

(7)

$$I_1 = A_0 = E_0 \cdot \exp(2\pi i) \quad (12)$$

$$A_0 = E_0 \cdot \exp(2\pi i) \quad (13)$$

$$A_1 = E_1 \cdot \exp(i(\phi_1 + 2\pi v_L/v_P)) \quad (14)$$

$$A_2 = E_2 \cdot \exp(i(\phi_2 + 2\pi v_L/v_P)) \quad (15)$$

$$A_3 = E_3 \cdot \exp(i(\phi_3 + 2\pi v_L/v_P)) \quad (16)$$

$$A_4 = E_4 \cdot \exp(i(\phi_4 + 2\pi v_L/v_P)) \quad (17)$$

$$A_5 = E_5 \cdot \exp(i(\phi_5 + 2\pi v_L/v_P)) \quad (18)$$

$$A_6 = E_6 \cdot \exp(i(\phi_6 + 2\pi v_L/v_P)) \quad (19)$$

$$A_7 = E_7 \cdot \exp(i(\phi_7 + 2\pi v_L/v_P)) \quad (20)$$

$$A_8 = E_8 \cdot \exp(i(\phi_8 + 2\pi v_L/v_P)) \quad (21)$$

$$A_9 = E_9 \cdot \exp(i(\phi_9 + 2\pi v_L/v_P)) \quad (22)$$

$$A_{10} = E_{10} \cdot \exp(i(\phi_{10} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (23)$$

$$A_{11} = E_{11} \cdot \exp(i(\phi_{11} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (24)$$

$$A_{12} = E_{12} \cdot \exp(i(\phi_{12} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (25)$$

$$A_{13} = E_{13} \cdot \exp(i(\phi_{13} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (26)$$

$$A_{14} = E_{14} \cdot \exp(i(\phi_{14} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (27)$$

$$A_{15} = E_{15} \cdot \exp(i(\phi_{15} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (28)$$

$$A_{16} = E_{16} \cdot \exp(i(\phi_{16} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (29)$$

$$A_{17} = E_{17} \cdot \exp(i(\phi_{17} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (30)$$

$$A_{18} = E_{18} \cdot \exp(i(\phi_{18} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (31)$$

$$A_{19} = E_{19} \cdot \exp(i(\phi_{19} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (32)$$

$$A_{20} = E_{20} \cdot \exp(i(\phi_{20} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (33)$$

$$A_{21} = E_{21} \cdot \exp(i(\phi_{21} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (34)$$

$$A_{22} = E_{22} \cdot \exp(i(\phi_{22} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (35)$$

$$A_{23} = E_{23} \cdot \exp(i(\phi_{23} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (36)$$

$$A_{24} = E_{24} \cdot \exp(i(\phi_{24} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (37)$$

$$A_{25} = E_{25} \cdot \exp(i(\phi_{25} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (38)$$

$$A_{26} = E_{26} \cdot \exp(i(\phi_{26} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (39)$$

$$A_{27} = E_{27} \cdot \exp(i(\phi_{27} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (40)$$

$$A_{28} = E_{28} \cdot \exp(i(\phi_{28} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (41)$$

$$A_{29} = E_{29} \cdot \exp(i(\phi_{29} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (42)$$

$$A_{30} = E_{30} \cdot \exp(i(\phi_{30} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (43)$$

$$A_{31} = E_{31} \cdot \exp(i(\phi_{31} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (44)$$

$$A_{32} = E_{32} \cdot \exp(i(\phi_{32} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (45)$$

$$A_{33} = E_{33} \cdot \exp(i(\phi_{33} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (46)$$

$$A_{34} = E_{34} \cdot \exp(i(\phi_{34} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (47)$$

$$A_{35} = E_{35} \cdot \exp(i(\phi_{35} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (48)$$

$$A_{36} = E_{36} \cdot \exp(i(\phi_{36} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (49)$$

$$A_{37} = E_{37} \cdot \exp(i(\phi_{37} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (50)$$

$$A_{38} = E_{38} \cdot \exp(i(\phi_{38} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (51)$$

$$A_{39} = E_{39} \cdot \exp(i(\phi_{39} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (52)$$

$$A_{40} = E_{40} \cdot \exp(i(\phi_{40} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (53)$$

$$A_{41} = E_{41} \cdot \exp(i(\phi_{41} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (54)$$

$$A_{42} = E_{42} \cdot \exp(i(\phi_{42} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (55)$$

$$A_{43} = E_{43} \cdot \exp(i(\phi_{43} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (56)$$

$$A_{44} = E_{44} \cdot \exp(i(\phi_{44} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (57)$$

$$A_{45} = E_{45} \cdot \exp(i(\phi_{45} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (58)$$

$$A_{46} = E_{46} \cdot \exp(i(\phi_{46} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (59)$$

$$A_{47} = E_{47} \cdot \exp(i(\phi_{47} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (60)$$

$$A_{48} = E_{48} \cdot \exp(i(\phi_{48} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (61)$$

$$A_{49} = E_{49} \cdot \exp(i(\phi_{49} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (62)$$

$$A_{50} = E_{50} \cdot \exp(i(\phi_{50} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (63)$$

$$A_{51} = E_{51} \cdot \exp(i(\phi_{51} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (64)$$

$$A_{52} = E_{52} \cdot \exp(i(\phi_{52} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (65)$$

$$A_{53} = E_{53} \cdot \exp(i(\phi_{53} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (66)$$

$$A_{54} = E_{54} \cdot \exp(i(\phi_{54} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (67)$$

$$A_{55} = E_{55} \cdot \exp(i(\phi_{55} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (68)$$

$$A_{56} = E_{56} \cdot \exp(i(\phi_{56} + 2\pi v_L/v_P)) \quad (69)$$

(8)

I2

I3

I4

I5

I6

I7

I8

I9

I10

I11

I12

I13

I14

I15

I16

I17

I18

I19

I20

I21

I22

I23

I24

I25

I26

I27

I28

I29

I30

I31

I32

I33

I34

I35

I36

I37

I38

I39

I40

I41

I42

I43

I44

I45

I46

I47

I48

I49

I50

I51

I52

I53

I54

I55

I56

I57

I58

I59

(9)

I2

I3

I4

I5

I6

I7

I8

I9

I10

I11

I12

I13

I14

I15

I16

I17

I18

I19

I20

I21

I22

I23

I24

I25

I26

I27

I28

I29

I30

I31

I32

I33

I34

I35

I36

I37

I38

I39

I40

I41

I42

I43

I44

I45

I46

I47

I48

I49

I50

I51

I52

I53

I54

I55

I56

I57

I58

I59

(10)

I2

I3

I4

I5

I6

I7

I8

I9

I10

I11

I12

I13

I14

I15

I16

I17

I18

I19

I20

I21

I22

I23

I24

I25

I26

I27

I28

I29

I30

I31

I32

I33

I34

I35

I36

I37

I38

I39

I40

I41

I42

I43

I44

I45

I46

I47

I48

I49

I50

I51

I52

I53

I54

I55

I56

I57

I58

I59

(11)

I2

I3

I4

I5

I6

I7

I8

I9

I10

I11

I12

I13

I14

I15

I16

I17

I18

I19

I20

I21

I22

I23

I24

I25

I26

I27

I28

I29

I30

I31

I32

I33

I34

I35

I36

I37

I38

I39

I40

I41

I42

I43

I44

I45

I46

I47

I48

I49

I50

I51

I52

I53

I54

I55

I56

I57

I58

I59

(12)

(11)

19

斜領域9b、9cのみの光)を用いている点である。この場合に、サブビームのプッシュアップ信号の振幅を0にするための、グレーティングの構造を次に示す。

[0121] 図15において、例えば図16に示されるホログラム素子の分割領域9b、9cに入射する光を第1象限及び第2象限とすると、この第1象限と第2象限の光出力の減衰でのみプッシュアップ信号振幅を打ち消して0にする必要がある。

[0122] この場合、例えば図16に示すように、往路の入射ビームにおいては、 $x-y$ 座標系における円周方向180°から200°付近のグレーティングの周期構造を1/2ピッチずらせば、すなわち図17に示すように、位相差を π (180°) ずらせば、プッシュアップ信号、(1f-1h)、(1e-1g) はそれぞれ振幅がほぼ0になる。

[0123] この場合の信号検出原理を次に示す。本実施形態では、ホログラムにより光ビームを分割して、それぞれ異なる検出器に導いているが、これはビームを分割せずに検出器上に導き、検出器を分割する場合は同じなので、説明を分かりやすくするために、上述した第1及び第2の実施の形態と同様に、図18のような検出器上のビームを用いて説明する。

[0124] 図18の検出器においては、 $8B-a$ と $8B-d$ の光がそれぞれホログラム9b、9cで回折された光に相当する。また、図19は図18において位相差を加えた領域を次のように仮に分割したものと考える。

[0125] 第1象限において、反射光の0次光中の位相差を含む領域をSS2、それ以外をSS1とし、第2象限において、反射光の-1次光中の位相差を含む領域をSS3、それ以外をSS4とする。

[0126] そして、領域SS1、SS2、SS3、SS4において、±1次光がなく0次光のみが存在する領域の面積をS0-1、S0-2、S0-3、S0-4とし、0次光と±1次光とが重なり合う部分の面積をS1-1、S1-2、S1-3、S1-4とする。

[0127] ここで、S1-1とS1-2の面積をほぼ等しくなるような分割にする(本実施形態では、図18に示すように、円周方向に20°程度分割する)。即ち、 $S1-1=S1-2$ 、 $S1-3=S1-4$ となるように分割する。

[0128] ここで、領域SS1～SS4を、上記第1の実施の形態として説明した図7における第1象限、第2象限と考えた場合の式(12)～(17)を参照すれば、プッシュアップ信号の振幅が0になることが容易に分かる。

[0129] 即ち、領域SS2、SS3で生成されるプッシュアップ信号と、領域SS1、SS4で生成されるプッシュアップ信号とは、振幅が同じであるが、位相差が180°ずれる。

[0130] これは、プッシュアップ信号に關与する領域

20

すなわち溝からの反射光(回折光)の0次光と±1次光とが重なり合う領域(お互いが干渉する領域)において、位相差を180°与えられた領域の光のプッシュアップ信号と、関係しない部分の光によるプッシュアップ信号との振幅がほぼ等しく、位相が180°ずれているために、全体としてプッシュアップ信号の振幅が0になるために生じる。

[0131] 尚、S0-2とS0-3、S0-1とS0-4はそれぞれ異なるが、(S0-1+S0-2)と(S0-3+S0-4)とは等しいので、0次光のみが存在する領域の面積の直和成分は減算すれば0になる。

[0132] このように、ビームの半分的光を用いて、プッシュアップ信号を検出するホログラムレーザユニットにおいても、本発明を適用することができ、

[0133] 半円ビームを用いたプッシュアップ信号検出においては、半円ビーム中のプッシュアップ信号に關与する領域、すなわち溝からの反射光(回折光)の0次光と±1次光とが重なり合う領域(お互いが干渉する領域)をDとし、位相差を与える領域をEとすると、領域Eとトラッキング方向の中心線に対して対称な位置にある領域Fとの位相差の和が180°の整数倍であり、かつ領域Eと領域Fとの面積の和が領域Dの面積の略半分程度に設定されれば、光ビーム全体のプッシュアップ信号振幅はほぼ0になる。

[0134] また、位相差を与える領域は、図17に示すものに限らず、図20のように、位相差180°を与える領域を、y方向の幅が一定で、1つの象限内の干渉領域の略半分程度の面積になるように設定しても、同様の効果が得られる。

[0135] このように、y方向の幅が一定であれば、トラッキングにより対物レンズ即ち光ビームがラジアル方向にシフトしても、干渉領域において位相差を与える面積が変化しないので、位置ずれの影響を小さくすることができ、

[0136] (第4の実施の形態) 本発明の第4の実施の形態について、図21及び図22を用いて詳細に説明する。

[0137] 本実施形態のピックアップ装置は、第3の実施の形態と同じくホログラムレーザユニットを用いた構成で、さらにサブビームに与える位相差の精度を向上させたものである。

[0138] 図21は光学系を模式的に表したものであり、半導体レーザ1から射出した光は、グレーティング3で3ビーム(メインビーム30と±1次光のサブビーム31及び32)に分割され、ホログラム素子9の0次回折光が、コリメートレンズ2と対物レンズ5を介して光ディフракタ6上に集光される。

[0139] 次に、サブビームの位置ずれについて説明する。サブビーム31、32はグレーティング3で分割されるが、これは図21(a)に示すように、仮設光源

(12)

21

1-31、1-32から発した光と考えることができ、る。

[0140] よって、実質的に対物レンズ5に入射するサブビーム光は、図21(b)に示すように、グレーティング3上及びホログラム9上で、メインビーム30とずれ部分の光を利用することになる。

[0141] このずれ量は、グレーティングやホログラムの光軸方向の位置によって異なるが、小型に集積化したホログラムレーザユニットなどにおいては、比較的大きな値になる。

[0142] 従って、上記第3の実施の形態のように、メインビームの光軸中心に合わせて、グレーティング3に位相差分布を与えたとしても、±1次光のサブビームにおいては、それぞれ中心からずれた位相差分布になる。

[0143] ずれ量がビーム径に対して無視できる程度に小さい場合は、光軸中心に位相差分布を与えれば、±1次光に同じ位相差分布が加わるとみなせるが、ずれ量が大きい場合は、これを考慮して設計する必要がある。

[0144] この場合の位相差分布について次に示す。図21(b)に示すように、3分割ホログラム9でビームのy方向の半円部分のみを使って、プッシュアップ信号を検出する場合は、このようなサブビームのy方向の位相ずれの影響が、±1次ビームに不均等に加わる。本実施形態は、このような場合に有効な位相差分布を与えるものである。

[0145] 図22(a)はグレーティング3の中でy方向にほぼ均等な幅で帯状にビームのx方向の半円の中心付近に位相差を与える場合を示す。また、図22

(b)はグレーティング3の中でy方向にほぼ均等な幅で帯状にビームのx方向の中心付近に位相差を与える場合を示す。

[0146] この幅は上記第3の実施の形態で示したサブビームのプッシュアップ信号幅がほぼ0になるように設定すればよい。この構成は、y方向(トラッキング方向)に一律な位相差分布であるため、グレーティング上で実質的にサブビームの位置がずれても、付加される位相差分布は変化しない。よって、位相差分布の精度を向上させることができる。

[0147] 図22(c)はグレーティング上でサブビームの位置が実質的にずれないように利用して、実質的に±1次のサブビーム31だけに位相差を付加する領域3Aと、-1次のサブビーム32だけに位相差を付加する領域3Bとに分けて、位相差分布を与えるものである。

[0148] このように、それぞれのサブビームに個別に位相差分布を付加することができ、本実施形態のピックアップ装置のように、3分割のホログラムを用いて±1次ビームのプッシュアップ信号が不均等になる場合であっても、各ビームに正確な位相差を付加することができ、

(12)

22

[0149] (第5の実施の形態) 本発明の第5の実施の形態について、図23乃至図25を用いて詳細に説明する。

[0150] 本実施形態のピックアップ装置は、上記第3及び第4の実施の形態と同じくホログラムレーザユニットを用いた構成で、さらに異なるピッチや溝深さのディフракタに対してサブビームに与える位相差の精度を向上させたものである。

[0151] 図23は光学系を模式的に表したもので、基本的には図21と同じであるので、詳細な説明は省略する。但し、ホログラム素子9は、図23(b)。

(c)に示すように、4分割またはy方向の分割線で分割された2分割を想定し、光ビーム全体を用いてプッシュアップ信号を検出する場合について説明する。

[0152] 図23(b)に示すように、サブビーム31、32はグレーティング3上で実質的にメインビーム30とずれ部分の光を利用することになる点は、上記第3の実施の形態で説明したのと同様である。

[0153] 次に、異なる仕様のディフракタに対するプッシュアップの回折パターンについて説明する。同じ光ディフракタ装置を用いて、異なる規格のディフракタを再生することが要求されているが、特に溝構造のピッチや深さが変化すると、プッシュアップパターンは大きく異なる。

[0154] 例えば、溝ピッチが狭い場合のプッシュアップパターンを、図24(a) (プッシュアップ信号に關与する領域n1、n2)、ピッチが広い場合を、図24(b) (プッシュアップ信号に關与する領域n3、n4)にそれぞれ示す。

[0155] このように、回折パターンが大きく異なり、しかもグレーティング3上で実質的にサブビームの位置がメインビームとずれない場合には、最適な位相差分布パターンも異なることになる。本実施形態は、このような場合に有効な位相差分布を与えるものである。

[0156] 図25に本実施形態の位相差分布を示す。これは、グレーティング3の中で、ビームのx方向の半円に対して、3C、3D、3Eの3つの領域に180°の位相差を与える。

[0157] この中で、領域3Dはサブビーム31及び32の両方に対して位相差を付加し、領域3Cはサブビーム32に対してのみ位相差を与え、逆に領域3Eはサブビーム31に対してのみ位相差を与える。

[0158] また、領域3Dは、図24(a)、(b)で示した両者の回折パターンの重なり合う領域n2、n4を含んでいる。それに対して、領域3Cは、サブビーム32のn4領域だけを含んでおり、領域3Eはサブビーム31のn4領域だけを含んでいる。

[0159] よって、例えば図24(a)に示すように、ピッチの狭いディフракタに対しては位相差が領域3Dの大きな形状を最適化して、サブビーム31、32

(13)

27
の両方に対してブッシュアップ信号振幅をほぼ0にする。
【0160】また、図24 (b) に示すように、ピッチの低いディスタクでのサブビーム3 1に対しては位相遅付加領域3 Eと3 Dの大きさや形状を最適化してブッシュアップ信号振幅をほぼ0にし、サブビーム3 2に対しては位相遅付加領域3 Cと3 Dの大きさや形状を最適化して、ブッシュアップ信号振幅をほぼ0にする。

【0161】従って、グレイティング上で2つのサブビームの位置が実質的にメインビームに対して異なる方向にずれた場合でも、本実施形態のように互いに影響を与えない位相遅付加領域3 C、3 Eを設けることにより、それぞれのサブビームに個別に位相遅付加を付加することができ、異なる規格の光ディスタクに対しても、各ビームに正確に位相遅付加することができる。

【0162】尚、上記実施の形態においては、3ビームの±1次光に位相遅を与える方法として、グレイティングの溝の隔間構造を部分的にすらす方法について示したが、本発明はこれに限ることはなく、実際に透過ガラス板や位相遅板を用いても良い。

【0163】

28
【発明の効果】本発明によれば、ブッシュアップ法を利用したTES検出において、光の利用効率を低下させず、対物レンズにサブビーム3 1により発生するオフセットを低コストでキャンセ爾することができ、【0164】サブビームのブッシュアップ信号は前述のように、振幅が0で、対物レンズソフトやディスタク間隔なく、検出器上で、対物レンズソフト成分のみが検出される。

29
【0165】すなわち、サブビームがメインビームに対して1/2ピッチにずらす位置にあっても、ブッシュアップ信号の振幅が0であるので、サブビームの位置調整 (回折格子等の回転調整) が不要となり、ピッチアップの粗立て調整を大幅に簡略化することができる。

【0166】また、回折格子は光ビーム全体に対して設けることができるので、メインビームの光強度分布が変化したり、光の利用効率が低下することはない。

30
【0167】さらに、異なるトラッキングピッチのディスタクに対しては全く問題無く適応することができる。
【0168】そしてまた、半分の光ビームを用いたブッシュアップ信号検出においても適用することができるので、集積したホログラムレーザユニットなどにも利用することが可能となる。

31
【図面の簡単な説明】
【図1】本発明の第1の実施の形態の光ビックアップの光学系を示す概略構成図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態の光ビックアップを用いた場合の光ディスタク上のビームスポット形状を示す説明図である。

32
【図3】本発明の第1の実施の形態でのブッシュアップ信号を示す説明図である。

24

【図4】本発明の第1の実施の形態において対物レンズがシフトした場合のブッシュアップ信号を示す説明図である。

【図5】光ディスタクからの反射ビームの回折パターンを示す説明図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態における対物レンズ入射ビームの位相分布を示す説明図である。

【図7】本発明の第1の実施の形態における検出器上のビームの回折パターンを示す説明図である。

【図8】本発明の第1の実施の形態でのブッシュアップ信号の検出原理を説明するための図である。

【図9】本発明の第2の実施の形態の光ビックアップの回折格子の構造を示す説明図である。

【図10】本発明の第2の実施の形態における対物レンズ入射ビームの位相分布を示す説明図である。

【図11】本発明の第2の実施の形態における検出器上のビームの回折パターンを示す説明図である。

【図12】本発明の第2の実施の形態でのブッシュアップ信号の検出原理を説明するための図である。

【図13】本発明の第2の実施の形態における対物レンズ入射ビームの位相分布の他のパターンを示す説明図である。

【図14】本発明の第3の実施の形態の光ビックアップの光学系を示す概略構成図である。

【図15】本発明の第3の実施の形態のホログラムレーザビックアップにおけるホログラムと光検出器の構造を示す説明図である。

【図16】本発明の第3の実施の形態の回折格子の構造を示す説明図である。

【図17】本発明の第3の実施の形態における対物レンズ入射ビームの位相分布を示す説明図である。

【図18】本発明の第3の実施の形態における仮の検出器上ビームパターンを示す説明図である。

【図19】本発明の第3の実施の形態における検出器上の仮の分割領域を示す説明図である。

【図20】本発明の第3の実施の形態における他の位相分布を示す説明図である。

【図21】本発明の第4の実施の形態のビックアップ光学系とグレイティング及びホログラム上のビーム位置を示す説明図である。

【図22】本発明の第4の実施の形態におけるグレイティング上の位相遅付加パターンを示す説明図である。

【図23】本発明の第5実施の形態のビックアップ光学系とグレイティング及びホログラム上のビーム位置を示す説明図である。

【図24】異なる規格のディスタクにおけるブッシュアップパターンを示す説明図である。

【図25】本発明の第5の実施の形態におけるグレイティング上の位相遅付加パターンを示す説明図である。

【図26】従来の光ビックアップの光学系を示す概略構成図である。

(14)

25

成図である。
【図27】ブッシュアップ信号のオフセット発生原因を説明するための図である。

【図28】ブッシュアップ信号のオフセット発生原因を説明するための図である。

【図29】従来の例1の光ビックアップの光学系を示す概略構成図である。

【図30】従来の例1における光ディスタク上のビーム配列と検出系の構成を示す説明図である。

【図31】従来の例1でのブッシュアップ信号の検出原理を説明するための図である。

【図32】従来の例2の光ビックアップの光学系を示す概略構成図である。

【図33】従来の例2の回折格子の構造を示す説明図である。

【図34】従来の例2における光ディスタク上のビーム配列を示す説明図である。

【図35】従来の例2でのブッシュアップ信号の検出原理を説明するための図である。

【図36】従来の例3の光ビックアップの光学系を示す概略構成図である。

【図37】従来の例3における回折格子の構造と光ディスタク上のビーム配列を示す説明図である。

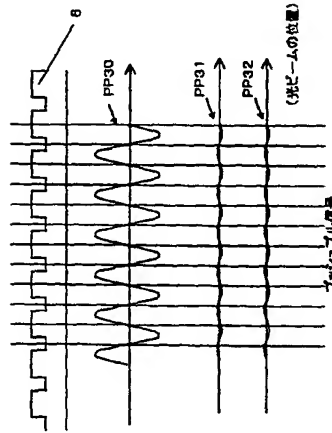
26

クへの虫光ビームを示す説明図である。
【図38】従来の例3における光ディスタク上のビーム配列を示す説明図である。

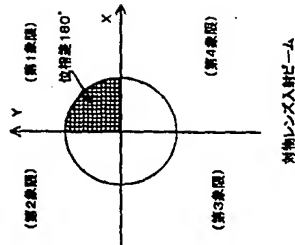
【符号の説明】

- 1 半導体レーザ
- 2 コリメータレンズ
- 3 3ビーム用回折格子
- 4 ビームスプリッタ
- 5 対物レンズ
- 6 ディスタク
- 7 集光レンズ
- 8 光検出器
- 9 ホログラム
- 10 ホロレーザ用検出器
- 11 2分割検出器
- 30 0次回折光
- 31 +1次回折光
- 32 -1次回折光
- 61 ドラック
- 310 サブビームの0次反射回折光
- 311 サブビームの+1次回折光
- 312 サブビームの-1次回折光

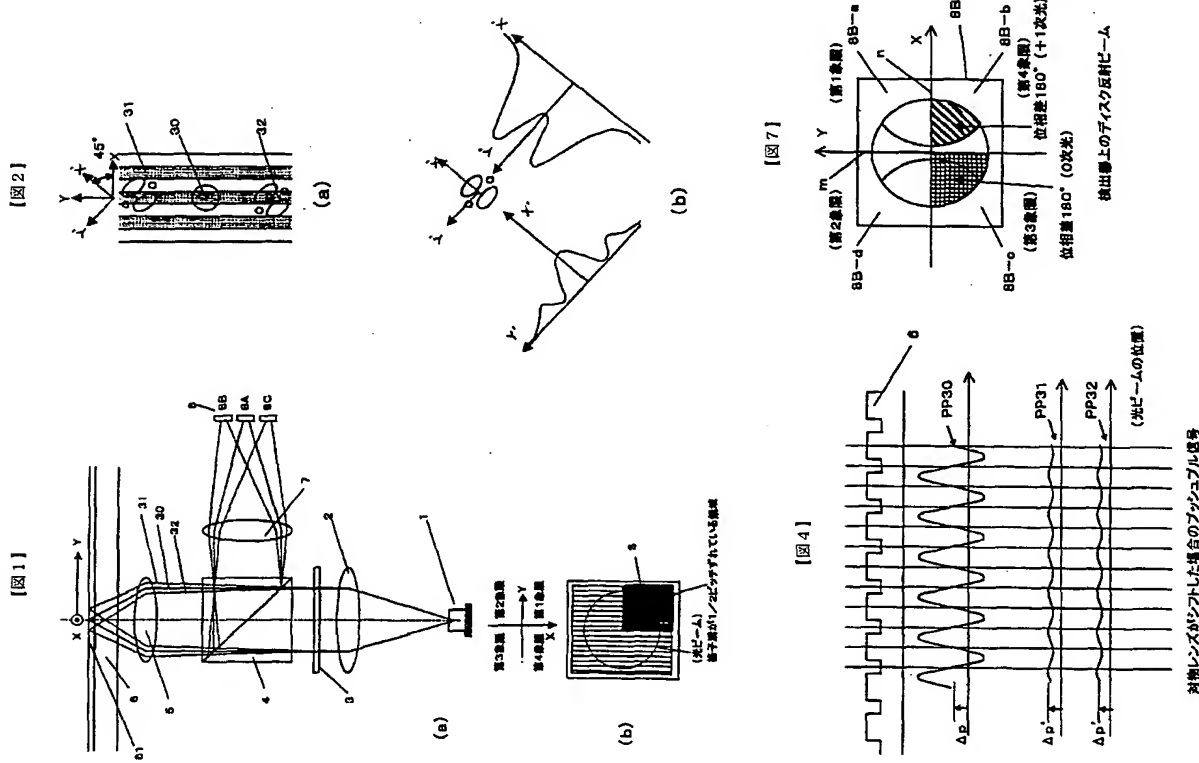
【図3】



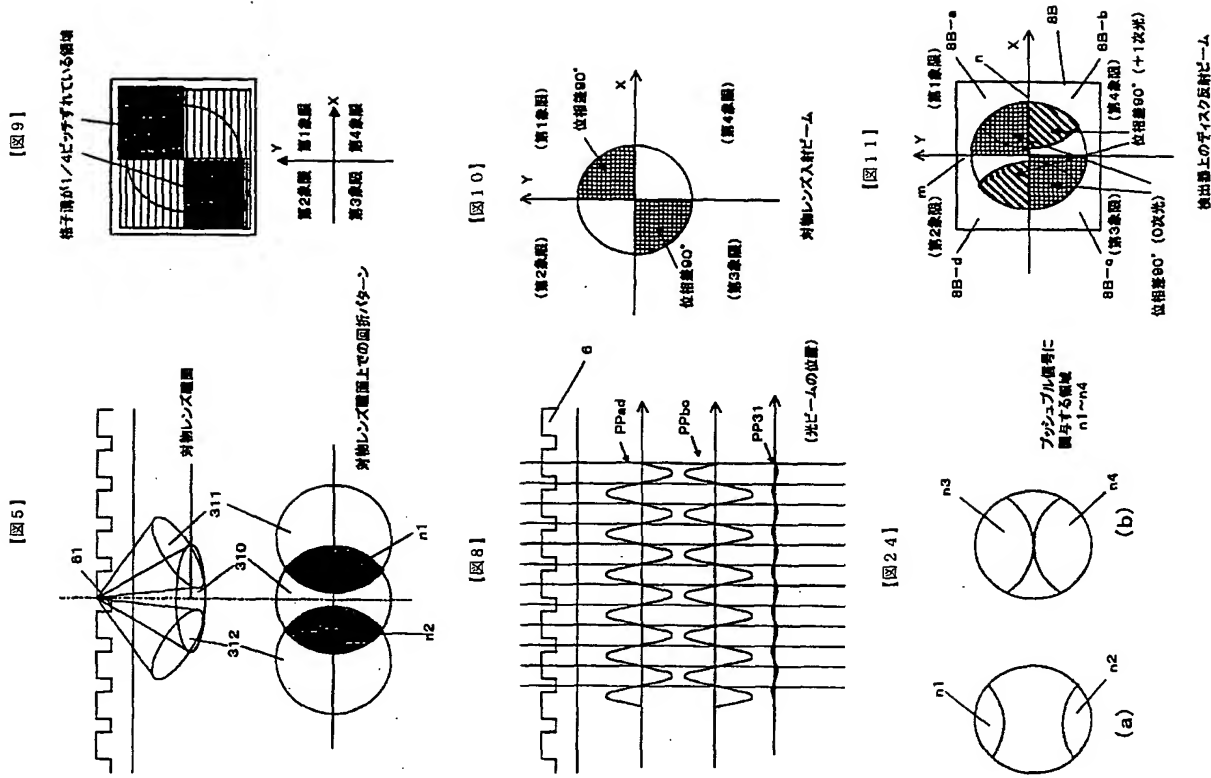
【図6】



(15)

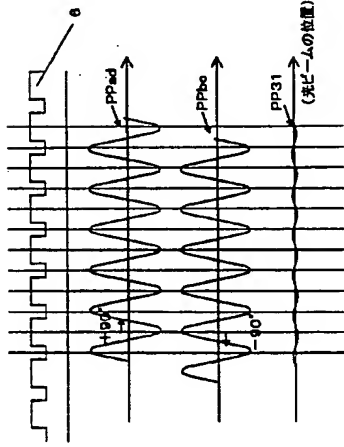


(16)

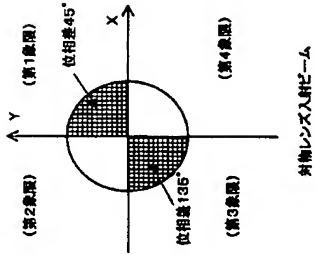


(17)

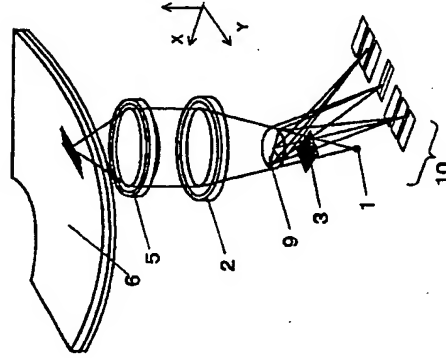
【図12】



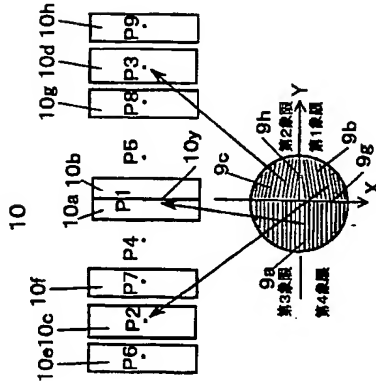
【図13】



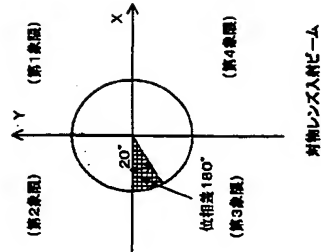
【図14】



【図15】

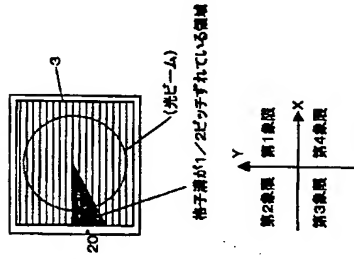


【図17】

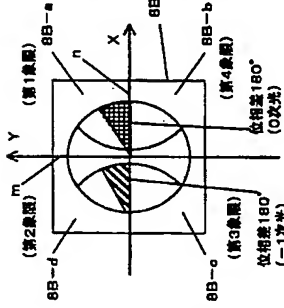


(18)

【図16】



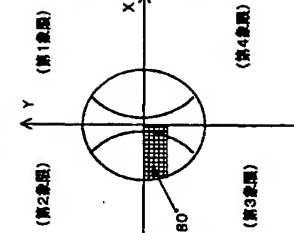
【図18】



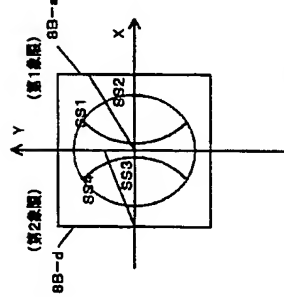
【図34】

【図37】

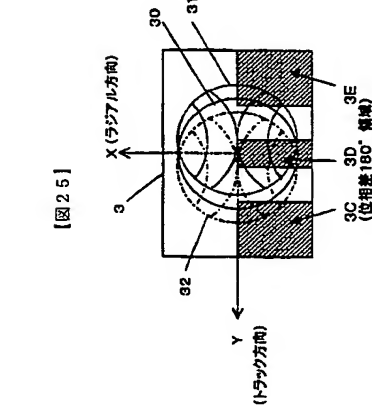
【図20】



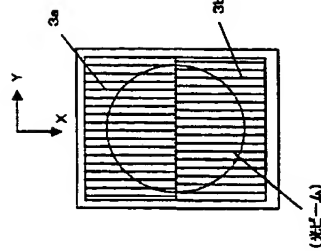
【図19】



【図25】

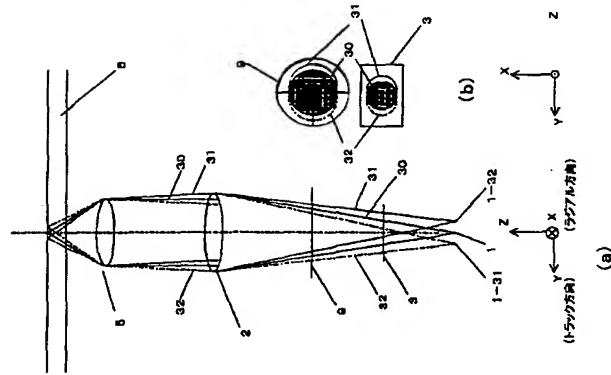


【図33】

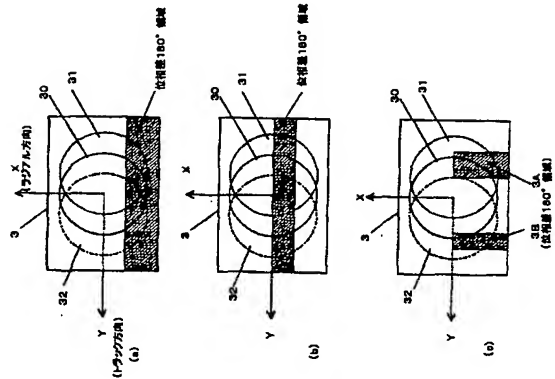


(19)

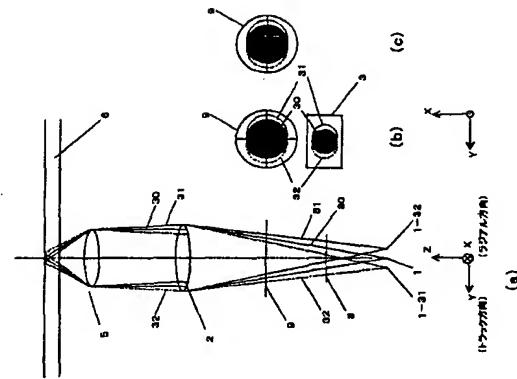
【図21】



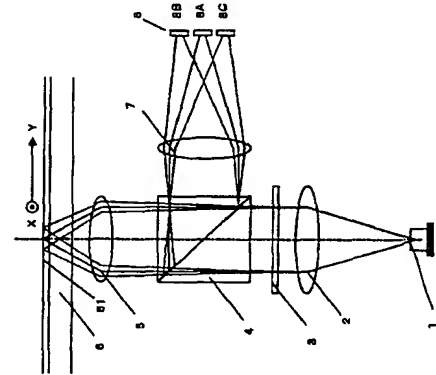
【図22】



【図23】

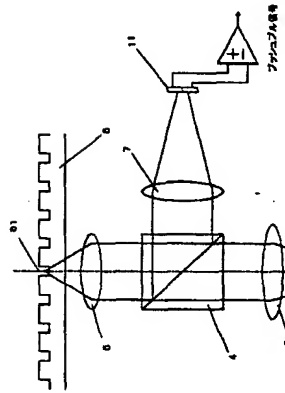


【図29】

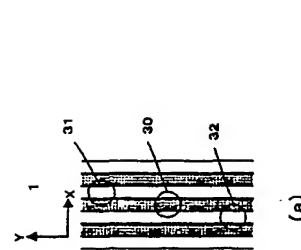


(20)

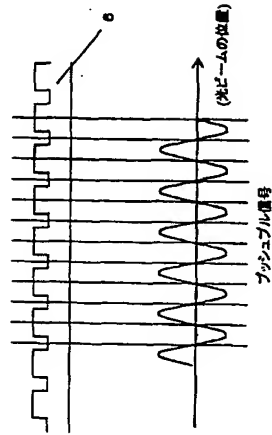
【図26】



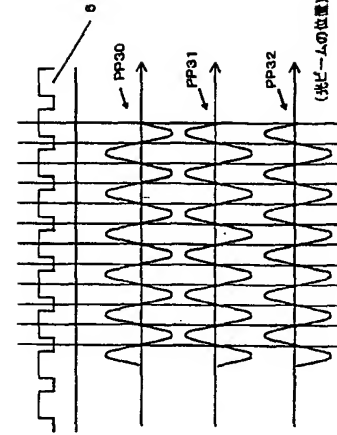
【図30】



【図27】

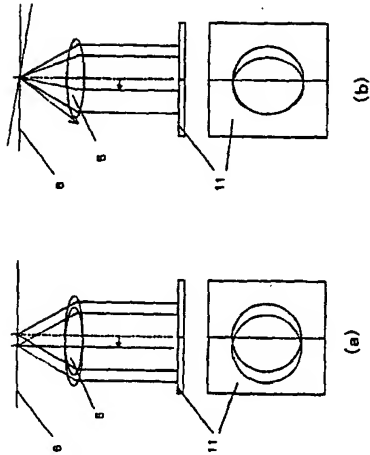


【図31】



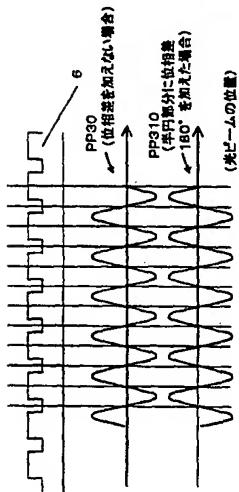
(21)

【図28】

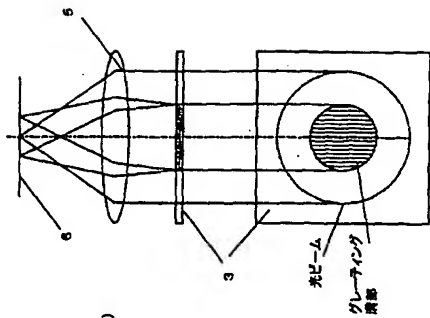


(22)

【図35】

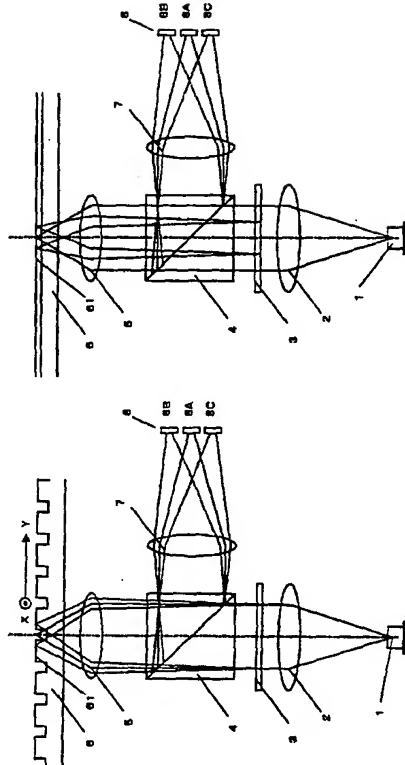


【図38】

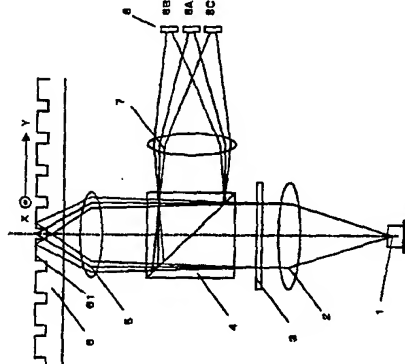


フロントページの続き

【図36】



【図32】



(72)発明者 三木 健三郎

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ヤープ株式会社内

平島 廣茂

(72)発明者

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ヤープ株式会社内

Fターム(参考) SD118 AD06 AA13 AA18 BA01 BA06

CA24 CD03 CF03 CG04 CG24

DA35

SD119 AA29 AA40 BA01 BA02 EA02

FA28 KA17